



1FW

PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

220

Application Number

10/710,583

Filing Date

July 22, 2004

First Named Inventor

Takehito Tamaoka

Art Unit

3682

Examiner Name

(To be assigned)

Attorney Docket Number

18.022

ENCLOSURES (Check all that apply)

- Fee Transmittal Form
- Fee Attached
- Amendment/Reply
- After Final
- Affidavits/declaration(s)
- Extension of Time Request
- Express Abandonment Request
- Information Disclosure Statement
- Certified Copy of Priority Document(s)
- Response to Missing Parts/ Incomplete Application
- Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53

- Drawing(s)
- Licensing-related Papers
- Petition
- Petition to Convert to a Provisional Application
- Power of Attorney, Revocation
- Change of Correspondence Address
- Terminal Disclaimer
- Request for Refund
- CD, Number of CD(s) _____

- After Allowance communication to Group
- Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
- Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
- Proprietary Information
- Status Letter
- Other Enclosure(s) (please identify below):

Remarks

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name

Judge Patent Firm

Signature

Judge Patent Firm

Date

September 3, 2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

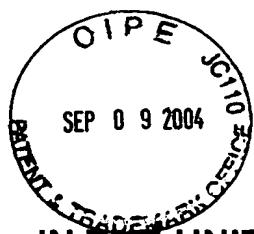
Typed or printed name

Signature

Date

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

App. No. : 10/710,583 Confirmation No. 4582
Applicant : Takehito Tamaoka
Filed : July 22, 2004
Tech. Cntr./Art Unit : 3682
Examiner : (To be assigned)

Docket No. : 18.022
Customer No. : 29453

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

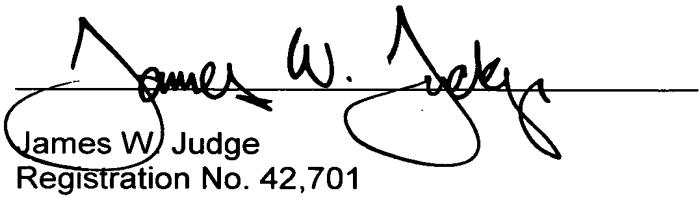
Submission of Documents in Claiming Priority Right
Under 35 U.S.C. § 1.119(b)

Sir:

To complete the claim made for the benefit of an earlier foreign filing date on filing the application identified above, Applicant herewith submits a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-277830, filed July 22, 2003.

Respectfully submitted,

September 3, 2004



James W. Judge
Registration No. 42,701

JUDGE PATENT FIRM
Rivière Shukugawa 3rd Fl.
3-1 Wakamatsu-cho
Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0035
JAPAN
Telephone: 305-938-7119
Voicemail / Fax: 703-997-4565
e-mail: jj@judgepat.jp

App. No. 10/1710,583

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 7月22日

出願番号 Application Number: 特願2003-277830

[ST. 10/C]: [JP2003-277830]

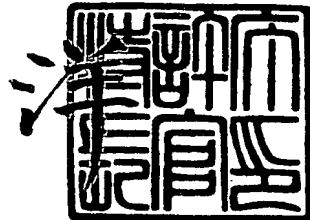
出願人 Applicant(s): 日本電産株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 7月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 310009
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02K 1/06
H02K 7/04
H02K 15/16

【発明者】
【住所又は居所】 京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
【氏名】 玉岡 健人

【特許出願人】
【識別番号】 000232302
【氏名又は名称】 日本電産株式会社
【代表者】 永守 重信

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 057495
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

シャフトと、該シャフトの一端側に配置されると共に、略円板状の上壁部と該上壁部の外周部から垂下する周壁部とを有し該シャフトと一体に形成されたロータハブと、

前記シャフトが回転自在に遊撃される軸受穴を有するスリーブと、を備え、

前記スリーブの外周面には、有底円筒状の軸受保持部材が形成され、

前記ロータハブには、前記上壁部から垂下し前記軸受保持部材の外周部と径方向に間隙を介し対向する周状突起が形成され、該周状突起の内周面と前記軸受保持部材の外周面との間に形成される間隙は、前記上壁部から前記シャフトの他端側に向かって該間隙の半径方向の隙間寸法が拡径することでテーパーシール部が構成され、

前記スリーブの上端面と前記ロータハブの上壁部の下面から、前記スリーブの内周面と前記シャフトの外周面、並びに前記スリーブの下端面と前記軸受保持部材の上端面との間に、前記テーパーシール部に連続する微小間隙が形成され、該微小間隙内には、全体に渡ってオイルが途切れることなく連続して充填されると共に、該オイルは前記テーパーシール部内において気液界面を形成して保持されており、

前記スリーブの内周面及び前記シャフトの外周面とのいずれか一方の面には、一対のスパイラル溝を連結してなるヘリングボーン溝が動圧発生溝として設けられたラジアル動圧軸受部が構成され、

前記軸受保持部材の上端面及び前記ロータハブの上壁部の下面とのいずれか一方の面には、前記ロータハブの回転時、該ロータハブを軸方向一方から支持する動圧発生溝が形成されたスラスト動圧軸受部が構成され、

前記ロータハブ及び前記シャフトは、前記軸受保持部材及び前記スリーブより熱膨張係数の高い部材によって形成されていることを特徴とするスピンドルモータ。

【請求項 2】

前記シャフトの他端側端部には、該シャフトより大径で、前記スリーブの下端面と軸方向に対向する略円板状の環状部材が固定され、該環状部材の上端面及び前記スリーブの下端面とのいずれか一方の面には、前記ロータの回転時、該ロータを軸方向一方から支持する動圧発生溝が形成されたスラスト動圧軸受部が形成されていることを特徴とする請求項1記載のスピンドルモータ。

【請求項 3】

前記ラジアル動圧軸受部は、軸方向に離間して一対形成されると共に、該一対のラジアル動圧軸受部の内、前記シャフトの一端側に位置する前記ヘリングボーン溝は、前記ロータの回転時に前記オイルに対して該シャフトの他端側に向かう圧力が付与されるよう軸方向に非対称な形状のスパイラル溝を連結して形成されており、また、該シャフトの他端側に位置する前記ヘリングボーン溝は、該ロータの回転時に該オイルに対して軸方向に対称となる圧力勾配の流体動圧が付与されるよう実質的に同等な形状のスパイラル形状を有する溝を連結して形成していることを特徴とする請求項1記載のスピンドルモータ。

【請求項 4】

ハウジングと、

該ハウジングの天面側及び底面側にそれぞれ固定された、請求項1乃至3のいずれかに記載のスピンドルモータと、

該スピンドルモータのロータ外周部に固定された、情報を読み書きできるハードディスクと、

該ハードディスクの所要の位置に情報を書き込み又は読み出すための情報アクセス手段とを備えたことを特徴とするハードディスク駆動装置。

【請求項 5】

ロータの製造方法であって、

シャフトと、該シャフトの一端側に配置され、略円板状の上壁部と該上壁部の外周部から垂下する周壁部と該周壁部から径方向に張り出したフランジ部とを有し該シャフトと一体に形成されたロータハブと、を鍛造によって成形する工程と、

強磁性材から成形された略円筒状のヨークの内周面にロータマグネットを接着剤により固定する工程と、

前記ヨークを前記ロータハブの周壁部の内周面又は外周面に固定する工程と、

前記シャフトの中央部に軸方向のネジ穴を成形する工程と、

前記シャフトの外周面と、前記ロータハブの上壁部の下面及び周壁部の外周面並びにフランジ部の上端面と、に切削仕上げ加工を行う工程と、を備えたことを特徴とするロータの製造方法。

【請求項6】

前記ロータハブは、アルミニウム又はアルミニウム合金から形成されることを特徴とする請求項5記載のロータの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】スピンドルモータ、このスピンドルモータに適用されるロータの製造方法、及びこのスピンドルモータを備えたハードディスク駆動装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体動圧軸受を用いたスピンドルモータとそのスピンドルモータに適用されるロータの製造方法、及び流体動圧軸受を用いたスピンドルモータを備えたハードディスク駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ハードディスク駆動装置、リムーバブルディスク駆動装置等において、記録ディスクを駆動するモータの軸受として、モータ回転時に、シャフトとスリーブとの間隙に保持されるオイル等の流体に発生させた動圧を利用する動圧軸受が用いられ、種々提案されている。

【0003】

この従来のモータは、シャフトの外周面とスリーブの内周面との間の間隙に軸方向に離設された一対のラジアル動圧軸受部を形成すると共に、シャフトに固定されたスラストプレートの上下端面とこれと軸方向に対向するスリーブの下面及びカウンタープレートの上面との間隙に、それぞれスラスト動圧軸受部を形成している。更に、この従来のモータは、スリーブの内周面とシャフトの外周面の内、スリーブの内周面を軸受部から離れるに従い漸次拡大させることで、シャフトとロータハブとの嵌合部とラジアル動圧軸受部との間にテーパーシール部を形成しており、テーパーシール部に保持されるオイル界面の形成位置によって毛細管力に格差を生じさせ、軸受部で保持するオイルの量が減少した場合には、テーパーシール部から軸受部へとオイルを供給し、また温度上昇によって、軸受部内で保持されるオイルの体積が増加した場合には、その増加分を収容する機能を有している。

【0004】

そして、一対のラジアル動圧軸受部と一対のスラスト動圧軸受部並びにテーパーシール部とを形成する微小間隙には、オイルが途切れることなく連続して保持されており（このようなオイル保持構造を、以下「フルフィル構造」と記す）、モータが回転すると、ラジアル動圧軸受部及びスラスト動圧軸受部において動圧が発生し、スリーブがロータを非接触にて回転自在に支持する構成を有している（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】特開2002-21845号公報（第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、パソコン等の機器に使用されていたハードディスク駆動装置は、より小型で持ち運べる情報端末への適用が開始されており、スピンドルモータに対しては、これまでの高速且つ高精度な回転に加え、より小型且つ薄型並びに低消費電力化が望まれるようになってきた。

【0007】

しかしながら、スピンドルモータを小型且つ薄型化しようとした場合、上述の構成では、シャフトとロータハブとの嵌合部、テーパーシール部、一対のラジアル動圧軸受部及び一対のスラスト動圧軸受部が軸方向に並列に構成されているため、モータを小型且つ薄型化することは困難である。

【0008】

即ち、モータの小型且つ薄型化の要求に対し、一対のラジアル動圧軸受部の軸受剛性を確保しようとすると、シャフトとロータハブとの嵌合部及び一対のスラスト動圧軸受部の軸方向寸法の確保が困難となる。シャフトとロータハブとの嵌合部の軸方向寸法が短くなると、シャフトとロータハブとの締結強度が弱まり、モータ回転時にロータハブの平行度

が失われロータハブが振れ回ってしまい、安定した回転が得られなくなる。

【0009】

一方、シャフトとロータハブとの嵌合部の軸方向寸法を確保しようとすると、一対のラジアル動圧軸受部の軸方向寸法が短くなり、軸受剛性が弱まり、安定してシャフトを支持できなくなる。ロータの回転精度やロータの姿勢の保持は、専ら一対のラジアル動圧軸受部に依存するため、一対のラジアル動圧軸受部の軸方向間隔を十分にとる必要があることから、前述のモータでは、要求される回転精度を維持しながらモータ全体を小型且つ薄型化することは非常に困難であるからである。

【0010】

加えて、一対のラジアル動圧軸受部及びシャフトとロータハブとの嵌合部の軸方向寸法を確保しようとすると、一対のスラスト動圧軸受部の軸受剛性の確保が困難となる。前述のモータではシャフトの端部にスラストプレートが固定されており、このスラストプレートの上下端面に形成されるスラスト動圧軸受部で発生する軸方向の荷重支持力によって、ロータの軸方向の移動が規制されロータの浮上が安定する。ところが、一対のスラスト動圧軸受部を薄型化しようとして、スラストプレートの厚みを薄くすると、スラストプレートとシャフトとの嵌合部の軸方向寸法が短くなり、スラストプレートの直角度が低下してしまう。スラストプレートの直角度が低下すると、一対のスラスト動圧軸受部で安定した軸方向の荷重支持力を得ることができず、一対のスラスト動圧軸受部の軸受剛性が低下してしまうため、ロータの過浮上等が発生して、ロータを安定して支持することが困難となる。

【0011】

更に、近年ハードディスク駆動装置は、カーナビゲーションシステムに代表される車載用機器にも搭載が開始されてきている。ところが車載用機器の場合、様々な環境下での使用が予想されることから、これに用いられる機器に対しても非常に広い温度範囲で安定して動作することが要求されており、ハードディスク駆動装置に対しては、例えば温度差が100℃以上の環境下においても使用が可能である、というこれまでに無い厳しい温度環境下での使用が要求される。

【0012】

周知のとおり、高温環境下ではオイルの粘性が低下するので発生する動圧も低下し、結果的に所定の軸受剛性を得ることが困難になる。このようなオイルの粘性低下を回避するために高粘度のオイルを使用すると、低温環境下では粘性過多となりモータの回転負荷が増大するのでモータの消費電力量が増大してしまう。従って、幅広い温度範囲で動圧軸受を用いたモータを適用可能とするためには、低温環境下でのモータの消費電力量の増加を抑制しながら高温環境下における軸受剛性の低下を防止するという相反する課題を同時に解決する必要がある。また高温環境下では、オイルの粘性が低下すると共に熱膨張によってオイルの体積が増加する。そのため、各軸受部に保持されていたオイルは、体積増加した分だけ各軸受部からテーパシール部へと押し出される。この時、モータの小型且つ薄型化という寸法上の制約から、テーパシール部の軸方向寸法が制限され容積を十分に確保することができない場合、テーパシール部内に流入するオイルを収容しきれずに、オイルがテーパシール部の外部に流出する場合がある。流出したオイルが、駆動装置側のハードディスクやこれに近接配置された磁気ヘッドに付着すると、リード/ライトエラーを引き起こす原因となる。

【0013】

これに対し、テーパシール部の軸方向寸法を十分に確保して前述の体積増加した分のオイルを保持しようとすると、テーパシール部と軸方向に並列配置されている一対のラジアル動圧軸受部の軸方向寸法が制約され、ラジアル動圧軸受部の軸受剛性の確保が困難となる。加えて、同じくテーパシール部と軸方向に並列配置されているシャフトとロータハブとの嵌合部の軸方向寸法の確保も困難となる。

【0014】

更に、小型且つ薄型のスピンドルモータの場合、当然にモータを構成する各種部品も小

型且つ薄型化されるようになるが、その分各種部品の機械的強度が低下し部品間の圧入や接着等の工程において発生する応力が、部品の表面精度や歪み等に与える影響が大きくなる。

【0015】

例えば、ロータハブに対してロータマグネットを接着固定しようとした場合、ロータマグネット自体あまり強度の高くない部品であることから、両者の固定において締め代は殆ど設定することができない。従って、ロータハブの内周面にロータマグネットの外周面を接着固定する、いわゆるアウタロータ型のスピンドルモータの場合、ロータハブ内周面の内径とロータマグネット外周面の外径との間には数 μ mの隙間が形成されるよう設計されるのが一般的である。しかしながら、この数 μ mの隙間が存在するが故に、接着剤の塗布量を全周にわたって均一にすることが困難となり、肉厚の薄いロータハブであれば接着剤の硬化収縮によって生じる応力が周方向で不均一となることで歪みが生じ、ハードディスクを記録面がスピンドルモータの軸心に対して略直交するよう搭載することが困難になるので、R R O（繰り返し性振れ成分）が悪化する。

【0016】

上記従来技術の有していた様々な問題点を鑑み、本発明は、以下の技術的課題を解決することを目的とする。

【0017】

(1) ラジアル動圧軸受部及びスラスト動圧軸受部の軸受剛性、シャフトとロータハブとの直角度等の精度及びテーパシール部の軸方向寸法を確保し、且つモータ全体の小型且つ薄型化を実現する。

【0018】

(2) 使用環境の変化に関わらず、モータの消費電力量を増大させることなく安定した軸受剛性を確保し、且つ高温環境下でのオイルのモータ外部への流出を防止して信頼性並びに耐久性を向上する。

【0019】

(3) 小型且つ薄型のモータであっても、組立工程でのロータハブの応力変形を排除して信頼性を向上する。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記課題を解決するために本発明の請求項1記載のスピンドルモータは、シャフトと、該シャフトの一端側に配置されると共に、略円板状の上壁部と該上壁部の外周部から垂下する周壁部とを有し該シャフトと一体に形成されたロータハブと、シャフトが回転自在に遊撃される軸受穴を有するスリーブと、を備え、

スリーブの外周面には、有底円筒状の軸受保持部材が形成され、ロータハブには、上壁部から垂下し軸受保持部材の外周部と径方向に間隙を介し対向する周状突起が形成され、該周状突起の内周面と軸受保持部材の外周面との間に形成される間隙は、上壁部から前記シャフトの他端側に向かって該間隙の半径方向の隙間寸法が拡径することでテーパシール部が構成され、

スリーブの上端面と前記ロータハブの上壁部の下面から、スリーブの内周面とシャフトの外周面、並びにスリーブの下端面と軸受保持部材の上端面との間には、テーパシール部に連続する微小間隙が形成され、該微小間隙内には、全体に渡ってオイルが途切れることなく連続して充填されると共に、オイルはテーパシール部内において気液界面を形成して保持されており、

スリーブの内周面及びシャフトの外周面とのいずれか一方の面には、一対のスパイラル溝を連結してなるヘリングボーン溝が動圧発生溝として設けられたラジアル動圧軸受部が構成され、

軸受保持部材の上端面及びロータハブの上壁部の下面とのいずれか一方の面には、ロータハブの回転時、ロータハブを軸方向一方から支持する動圧発生溝が形成されたスラスト動圧軸受部が構成され、

ロータハブ及びシャフトは、軸受保持部材及びスリーブより熱膨張係数の高い部材によって形成されていることを特徴とする。

【0021】

請求項2記載のスピンドルモータでは、シャフトの他端側端部には、該シャフトより大径で、スリーブの下端面と軸方向に対向する略円板状の環状部材が固定され、該環状部材の上端面及びスリーブの下端面とのいずれか一方の面には、ロータの回転時、該ロータを軸方向一方から支持する動圧発生溝が形成されたスラスト動圧軸受部が形成されていることを特徴とする。

【0022】

請求項3記載のスピンドルモータでは、ラジアル動圧軸受部は、軸方向に離間して一対形成されると共に、該一対のラジアル動圧軸受部の内、シャフトの一端側に位置するヘリングボーン溝は、ロータの回転時に前記オイルに対して該シャフトの他端側に向かう圧力が付与されるよう軸方向に非対称な形状のスパイラル溝を接続して形成されており、また、該シャフトの他端側に位置する前記ヘリングボーン溝は、該ロータの回転時に該オイルに対して軸方向に対称となる圧力勾配の流体動圧が付与されるよう実質的に同等な形状のスパイラル形状を有する溝を接続して形成していることを特徴とする。

【0023】

請求項4記載のハードディスク駆動装置では、ハウジングと、ハウジングの天面側及び底面側にそれぞれ固定された、請求項1乃至3のいずれかに記載のスピンドルモータと、スピンドルモータのロータ外周部に固定された、情報を読み書きできるハードディスクと、ハードディスクの所要の位置に情報を書き込み又は読み出すための情報アクセス手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】

請求項5記載のロータの製造方法では、シャフトと、該シャフトの一端側に配置され、略円板状の上壁部と該上壁部の外周部から垂下する周壁部と該周壁部から径方向に張り出したフランジ部とを有し該シャフトと一緒に形成されたロータハブと、を鍛造によって成形する工程と、強磁性材から成形された略円筒状のヨークの内周面にロータマグネットを接着剤により固定する工程と、ヨークをロータハブの周壁部の内周面又は外周面に固定する工程と、シャフトの中央部に軸方向のネジ穴を成形する工程と、シャフトの外周面と、ロータハブの上壁部の下面及び周壁部の外周面並びにフランジ部の上端面と、に切削仕上げ加工を行う工程と、を備えたことを特徴とする。

【0025】

請求項6記載のロータの製造方法では、ロータハブは、アルミニウム又はアルミニウム合金から形成されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0026】

本発明の請求項1記載のスピンドルモータでは、シャフト及びロータハブを一体に形成することにより、シャフトとロータハブとの嵌合部の締結強度の不足に起因するロータハブに対するシャフトの直角度等の組立精度の低下やロータハブからのシャフトの脱落等の発生を防止することができると共に、設計上ロータハブとシャフトとの締結強度に対して配慮する必要がないので、モータの小型且つ薄型化を図れる。また、ラジアル動圧軸受部を構成する軸受部材の径方向外方にテーパーシール部を形成することにより、前述の効果に加え、ラジアル動圧軸受部の軸受剛性を低下させることなくテーパーシール部の軸方向寸法及び容積を十分に確保することができる。

【0027】

また、シャフト及びロータハブを軸受保持部材及びスリーブより熱膨張係数の高い部材によって形成することにより、高温環境下では、シャフト及びロータハブは径方向及び軸方向に熱膨張する。この時、熱膨張係数の関係からシャフト及びロータハブの熱膨張量が軸受保持部材及びスリーブの熱膨張量を上回ることとなるので、各動圧軸受部において、シャフト及びロータハブと対向する軸受部材及びスリーブとの間隙寸法が小となり、熱膨

張によってオイルの粘性が低下しても、軸受剛性の低下を防止することが可能になる。従って、モータの消費電力量を増大させることなく所定の軸受剛性を確保することができる。

【0028】

加えて、高温環境下にあっては、オイルは熱膨張によってその粘性が低下すると共に体積が増加する。そのため体積増加した分のオイルは、テーパーシール部へと流入することとなり、テーパーシール部の容量を十分に確保することができなければオイルはモータ外部へと漏れ出してしまうことになるので、モータの信頼性や耐久性が損なわれる。しかしながら、ロータハブと一緒に形成される周状突起の熱膨張係数は、周状突起の径方向内方に位置する軸受保持部材の熱膨張係数よりも大きいので、周状突起の内周面と軸受保持部材の外周面との間で形成されるテーパーシール部の径方向の間隙寸法が大となる。従って、高温環境下ではテーパーシール部のオイル保持可能な容量を増加させることができ、オイルの体積が増加した分をテーパーシール部内で十分に保持することが可能となる。

【0029】

これにより、オイルのモータ外部への流出を防止することができ、信頼性並びに耐久性に優れたスピンドルモータを提供することができる。

【0030】

請求項2記載のスピンドルモータでは、シャフトの一端側に形成されたスラスト動圧軸受部に加え、シャフトの他端側であるスリーブの下端面とこれと対向する環状部材の上端面との間隙にスラスト動圧軸受部を構成することにより、両スラスト動圧軸受部で発生する軸支持力が軸方向に相対向する方向から協働して作用することとなるので、ロータハブの回転を安定して支持することができる。

【0031】

請求項3記載のスピンドルモータでは、ラジアル動圧軸受部を軸線方向に離接して一対構成することでロータハブの振れ回りに対する支持剛性を強化することができると共に、シャフトの一端側に位置するラジアル動圧軸受部に形成されるヘリングボーン溝を、軸方向に非対称な形状のスパイラル形状を有する溝を連接して形成することにより、負圧になりがちなラジアル動圧軸受部間の領域に保持されるオイルの内圧を常に大気圧以上の圧力に維持しておくことができ、オイル内に溶け込んだ空気が気泡化することを阻止することができる。

【0032】

請求項4記載のハードディスク駆動装置では、十分な機能を確保した上でハードディスク駆動装置の小型且つ薄型化を実現できると共に、信頼性並びに耐久性の高いハードディスク駆動装置を提供することができる。

【0033】

請求項5及び6記載のロータの製造方法では、ロータマグネットを接着固定したヨークをロータの周壁部に固定して、シャフトの中央部に軸方向のネジ穴を成形した後、ロータの動圧軸受部を構成する端面及び周壁部のフランジ部の端面に仕上げ加工を施すことにより、ロータマグネットをロータハブに接着する場合に発生する、接着剤の硬化収縮応力による周壁部及びフランジ部の変形を矯正することができる。また、ヨークをロータハブの周壁部に固定することにより、薄肉の周壁部の剛性を高めることができる。加えて、シャフト及びロータハブをアルミニウム又はアルミニウム合金によって成形したため、加工性が高く、容易に高精度な加工を行うことが可能になるので、加工コストを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明に係るスピンドルモータ、及びこのスピンドルモータを備えたハードディスク駆動装置を図1乃至図4を参照して説明する。尚、本発明の説明の実施形態では便宜上各図面の上下方向を「上下方向」とするが、実際の取付状態における方向を限定するものではない。

【0035】

図1は本発明の一実施形態を示すスピンドルモータを示す断面図である。図1に示すように、本実施形態に係るスピンドルモータは、基本的には、ブラケット2と、これに固定される軸受保持部材4と、この軸受保持部材4の内周部に固定されるスリーブ12と、このスリーブ12によって回転自在に支持されるロータ6とから構成されている。

【0036】

静止部材を構成するブラケット2の中央部には、軸受保持部材4が嵌合固定される中心孔の周囲に環状のボス部2aが設けられており、このボス部2aの外周部には、ステータ8が圧入及び／又は接着等によって固定される円筒部2bが形成されている。このボス部2aの内周には、軸受保持部材4が圧入及び／又は接着によって固定されている。

【0037】

軸受保持部材4は、中空円筒状の軸受ハウジング10と、軸受ハウジング10の軸方向下方を閉塞する板状のカウンタープレート14とから構成される。軸受ハウジング10は、後に詳述するロータハブより熱膨張係数の小さい部材から成形可能であり、具体的には、SUS303（熱膨張係数 $17.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）、SUS304（熱膨張係数 $16.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）、及びSUS420J2（熱膨張係数 $10.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）等から成形される。軸受ハウジング10の内周面には、中心部に軸方向に貫通する軸受穴を有する円筒状のスリーブ12が接着等の手段によって固定されている。このスリーブ12は、オイルが含浸された多孔質焼結体から成形され、その材質は特に限定するものではなく、各種金属粉末や金属化合物粉末、非金属粉末を原料として成型、焼結したものが使用される。原料としては、Fe-Cu、Cu-Sn、Cu-Sn-Pb、Fe-Cなどを含有すると共に、 $12.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度の熱膨張係数を有している。尚、このような軸受ハウジング10及びスリーブ12は、後に詳述するロータハブより熱膨張係数の小さい部材からであればよく、例えば銅や銅合金等からも成形可能である。

【0038】

回転部材であるロータ6は、スリーブ12の内周面と径方向に間隙を介し対向するシャフト16と、このシャフト16と一体に形成される略カップ状のロータハブ18とから構成されている。ロータハブ18は、軸受ハウジング10及びスリーブ12の上端面と軸方向に対向する上壁部18aと、上壁部18aの外周部から軸方向に垂下する周壁部18bと、周壁部18bの下方に位置し周壁部18bの外周面より径方向外方に張り出したフランジ部18cとから構成される。周壁部18bの外周面及びフランジ部18cには、ハードディスク（図4において符号46と図示する）が当接及び載置され、また周壁部18bの内周面には、ロータマグネット20が接着剤等によって固定される強磁性材のステンレス鋼から成形された環状のヨーク21が接着により固着されている。このようなロータハブ18は、スリーブ12より熱膨張係数が大きい部材から成形可能であり、具体的には、A6061（熱膨張係数 $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）等のアルミニウム又はアルミニウム合金から形成されている。

【0039】

そして、シャフト16の軸方向下端部には、環状部材である抜け止め部材22が固定されている。抜け止め部材22は、その上下端面は、スリーブ12の下端面及びカウンタープレート14の上端面とそれぞれ軸方向に間隙を介し対向し、その外周面は軸受ハウジング10の内周面と径方向に間隙を介し対向している。なお、抜け止め部材は必要とする機械的強度や寸法安定性などから適宜選択できるが、シャフト16の端部に固定されシャフト16と一体に回転することから、シャフト16と同程度の熱膨張係数を有する材質が好みしい。

【0040】

このような構成においては、ロータハブ18の上壁部18aの下面と軸受ハウジング10及びスリーブ12の上端面との間隙と、スリーブ12の内周面とシャフト16の外周面との間隙と、スリーブ12の下端面及びカウンタープレート14の上端面と抜け止め部材22の上下端面との間隙とは連続しており、その連続した間隙には、潤滑流体としてオイ

ルが途切れることなく保持され、フルフィル構造を形成している。

【0041】

軸受ハウジング10の上部外周面には、外径が上端面から軸方向に縮径する傾斜面が形成されており、これと径方向に対向する部位には、ロータハブ18の上壁部18aから垂下する周状突起18dが形成されている。軸受ハウジング10の上部外周面及び上壁部18aの周状突起18dとの径方向間隙に規定される間隙寸法は、上壁部18aから軸方向下方（ブラケット2側）に離間するに従って漸増しており、すなわち、軸受ハウジング10の上部外周面と上壁部18aの周状突起18dとが協動してテーパーシール部34を構成している。そして、上述した各軸受部の間隙に保持されるオイルは、このテーパーシール部34においてのみ、オイルの表面張力と外気圧とがバランスされ、オイルと空気との界面がメニスカス状に形成される。

【0042】

次に軸受構造について図2及び図3を用いて説明する。図2は、図1に示すスピンドルモータの動圧軸受部近傍の拡大断面図である。図3は、図1に示すスピンドルモータの軸受ハウジング10及びスリーブ12の上端面を示す平面図である。

【0043】

図2に示すように、スリーブ12の内周面とシャフト16の外周面との径方向間隙には、上部ラジアル動圧軸受部24及び下部ラジアル動圧軸受部26が軸方向に離間されて設けられている。上部ラジアル動圧軸受部24及び下部ラジアル動圧軸受部26は、スリーブ12の内周面と、シャフト16の外周面と、径方向に対向する両部材間に保持されているオイルとから構成されている。

【0044】

スリーブ8の内周面の上部ラジアル動圧軸受部24を構成する部位には、相反する方向に傾斜する、一対のスパイラル溝部を連結して構成される断面略「く」の字状のヘリングボーン溝12aが形成され、ロータ6が回転すると、オイルに上部ラジアル動圧軸受部24の軸方向両端部から略中央部に向かう圧力が誘起される。この場合、上部ラジアル動圧軸受部24では、ヘリングボーン溝12aを構成するスパイラル溝部の内、軸方向上方のスパイラル溝が軸方向下方のスパイラル溝部よりも軸方向寸法が大であるため、上部ラジアル動圧軸受部24の中央部より幾分下方にてオイルの動圧が最大圧力となりロータ6を支持すると共に、スパイラル溝部の寸法の不均衡分、そのオイルに対して、軸方向下方側への流動を促す。

【0045】

また、スリーブ12の内周面の下部ラジアル動圧軸受部26を構成する部位には、相反する方向に傾斜する、軸方向同寸法の一対のスパイラル溝部を連結して構成される断面形状略「く」の字状のヘリングボーン溝12bが形成され、ロータ6が回転すると、オイルに下部ラジアル動圧軸受部26の軸方向両端部から略中央部に向かう圧力が誘起される。この下部ラジアル動圧軸受部26では軸受部の中央部へと流動したオイルは、上述のようにヘリングボーン溝12bを構成するスパイラル溝部が軸方向に同寸法であるため、下部ラジアル動圧軸受部26の略中央部にて最大圧力となりロータ6を支持する。

【0046】

また、軸受ハウジング10の上端面とロータハブ18の上壁部18aの下面との間隙には、上部スラスト動圧軸受部28が設けられている。上部スラスト動圧軸受部28は、軸受ハウジング10の上端面と、ロータハブ18の上壁部18aの下面と、これらの軸方向に対向する両部材間の間隙に保持されているオイルとから構成され、図3に示すように、軸受ハウジング10の上端面には、ポンプイン形状のスパイラル溝10aが形成されている。従って、モータ回転時には、上部スラスト動圧軸受部28では、スパイラル溝10aにより径方向内方への圧力が誘起され、スパイラル溝10aの中心部、即ちシャフト16の上部外周面付近にて最大圧力となると共に、この圧力によりオイル内圧が高められ、ロータ6が軸方向上方へ浮上するよう作用する流体動圧が発生する。。

【0047】

また、スリーブ12の下端面と抜け止め部材22の上端面との軸方向間隙には、下部スラスト動圧軸受部30が形成されている。下部スラスト動圧軸受部30は、スリーブ12の下端面と、抜け止め部材22の上端面と、これら軸方向に対向する両部材間に保持されているオイルとから構成されている。スリーブ12の下端面の下部スラスト動圧軸受部30を構成する部位には、ポンプイン形状のスパイラル溝12cが形成されている。従って、モータ回転時には、下部スラスト動圧軸受部30では、スパイラル溝12cにより径方向内方へと向かう圧力が誘起され、スパイラル溝12cの中心部、即ちシャフト16の下部外周面付近にて最大圧力となると共に、この圧力によってオイル内圧が高められ、ロータ6に対して軸方向下方へと作用する流体動圧が発生する。なお、これら上部及び下部ラジアル動圧軸受部24, 26、及び下部スラスト動圧軸受部30に設けられるヘリングボーン溝12a、12b、及びスパイラル溝12cは、焼結材製のスリーブ12のプレス加工時に同様にして成形することができる。

【0048】

従って、上部スラスト動圧軸受部28と、下部スラスト動圧軸受部30とにより、ロータ6は上下方向に押圧され、これらの動圧がバランスする位置においてロータ6の回転浮上位置が安定する。なお、本実施形態では、上部及び下部スラスト動圧軸受部28、30には、いずれもスパイラル溝が形成されているが、これに限らず、上部及び下部スラスト動圧軸受部28、30の一方または両方にヘリングボーン溝を形成することも可能である。

【0049】

図2及び図3に示すように、スリーブ12の外周部にはスリーブ12の軸方向端部を貫通する軸方向溝が、断面略矩形状、或いは半円状となるようプレス加工或いは切削加工によって形成されている。スリーブ12が軸受ハウジング10の内周面に取り付けられると、軸受ハウジング10の内周面と軸方向溝との間に、スリーブ12の軸方向上端部から軸方向下端部までを貫通する連通孔32が規定される。連通孔32内は、上述した一連の軸受間隙内に保持されるオイルに連続するオイルが保持されている。また、連通孔32内のオイル内圧は、各軸受部に保持されているオイル内圧とバランスしている。

【0050】

また、上部ラジアル動圧軸受部24に設けられている動圧発生溝を軸方向に非対称なヘリングボーン溝12aとしてオイルに対して軸方向下方側へと押圧する動圧を誘起することで、上部ラジアル動圧軸受部24と下部ラジアル動圧軸受部26との間の領域の圧力が大気圧以上の正圧に保たれ、負圧の発生が防止されると共に、ヘリングボーン溝12aの発生する押圧力によって、オイルは常に下部ラジアル動圧軸受部26と、スリーブ12の下端面とカウンタープレート14の上端面との間から連通孔32、更にスリーブ12の上端面とロータハブ18の上壁部18aの下面との間を経て、シャフト12の外周面及びスリーブ12の内周面の軸方向上端側へと流動して、また上部ラジアル動圧軸受部24へと環流するよう加圧され、一連の連通路が形成される。

【0051】

これにより、軸受内のオイルが常に一定方向に流動することとなり、圧力の均衡が図れるので、負圧による気泡の発生やロータ6の過浮上の発生が防止されると共に、加工誤差に対する許容範囲が格段に拡大するので、歩留まりが改善される。

【0052】

なお、連通孔32の一端が上部スラスト動圧軸受部28より径方向内方に開口するように配置することにより、大気圧よりも高圧な領域内でオイルの圧力が一定に保たれるようになる。このように、上部スラスト動圧軸受部28によって、これよりも軸受部の奥側は圧力的に密封された状態となる。

【0053】

これによりモータの定常回転時に軸受部で所定の動圧が発生している場合は十分な軸受剛性が得られるため、軸受部の接触や摺動が発生する可能性は低い。しかし、モータの停止時等モータの回転速度が低下すると、連通孔32の一端が圧力的に密閉領域以外の部分

、すなわち、オイルの圧力が大気圧と同等若しくはそれ以下の領域に開口していることで軸受部内の高く維持されていたオイルの圧力が、連通孔32の開口部分のオイルの圧力との差圧によって急激に低下することとなる。

【0054】

このように軸受内の圧力が急激に低下することで、ロータ6は容易に振れ回ったり偏心したりして、シャフト16やスリーブ12等の軸受部を構成する部材に接触や摺動が発生することとなる。これは、ロータハブ18に載置されるハードディスクを含むロータ6の重量アンバランス、モータを構成する部材の加工や組み立て誤差、或いはステータ8とロータマグネット20との間に作用する磁気力のアンバランス等が原因と考えられるが、このような軸受部の接触や摺動がモータが停止する度に繰り返されることで、軸受部を構成する部材の摩耗や損傷が顕著となり、モータの信頼性や耐久性を低下させる。

【0055】

これに対し、連通孔32を上部スラスト動圧軸受部28の径方向内方に開口させることで、モータが完全に停止する直前までスパイラル溝10aによるポンピングが作用し、オイルには径方向内方側に作用する流体動圧が誘起され続ける。従って、上部スラスト動圧軸受部28が圧力的な隔壁として働くので、軸受部内の圧力の低下が緩やかになり、軸受部を構成する部材の接触や摺動が緩和され、モータの信頼性や耐久性の低下が抑制される。

。

【0056】

本実施形態におけるスピンドルモータは、上記の如き構成を有することにより、シャフト16及びロータハブ18を一体に形成することで、シャフトとロータハブとの嵌合部の締結強度の不足に起因するロータハブに対するシャフトの直角度等組立精度の低下やロータハブからのシャフトの脱落等の発生を防止することができると共に、設計上ロータハブとシャフトとの締結強度に対して配慮する必要がないので、モータの小型且つ薄型化を図れる。また、ラジアル動圧軸受部24, 26を構成する軸受部材の径方向外方にテーパーシール部34を形成することにより、ラジアル動圧軸受部24, 26の軸受剛性を低下させることなくテーパーシール部34の軸方向寸法及び容積を十分に確保することができる。

【0057】

また、シャフト16及びロータハブ18を軸受ハウジング10及びスリーブ12より熱膨張係数の高い部材によって形成することにより、高温環境下では、熱膨張係数の関係からシャフト16及びロータハブ18の熱膨張量が軸受ハウジング10及びスリーブ12の熱膨張量を上回ることとなるので、各動圧軸受部において、シャフト16及びロータハブ18と対向する軸受ハウジング10及びスリーブ12との間隙寸法が小となり、熱膨張によってオイルの粘性が低下しても、軸受剛性の低下を防止することができる。従って、モータの消費電力量を増大させることなく所定の軸受剛性を確保することができる。

【0058】

加えて、高温環境下にあっては、オイルは熱膨張によってその粘性が低下すると共に体積が増加する。そのため体積増加した分のオイルは、テーパーシール部34へと流入することとなり、テーパーシール部34の容量を十分に確保することができなければオイルはモータ外部へと漏れ出してしまうことになるが、ロータハブ18と一体に形成される周状突起18dの熱膨張係数は、この周状突起18dの径方向内方に位置する軸受ハウジング10の熱膨張係数よりも大きいので、テーパーシール部34の径方向の間隙寸法が大となる。従って、高温環境下ではテーパーシール部34のオイル保持可能な容量を増加させることができ、オイルの体積が増加した分をテーパーシール部34内で十分に保持することができる。

【0059】

次に、ロータの製造方法について説明する。まず、アルミニウムの棒材から切り出して成形した円板状部材を、例えばプレス加工などの鍛造によりシャフト16及びロータハブ18の形状に成形する。次に内周面に接着固定されたロータマグネット20を有するヨーク21をロータハブ18の周壁部18bの内周面に圧入及び/又は接着剤により固定する

。そして、シャフト16の中央部に貫通孔及びネジ穴をタッピング加工によって成形する。最後にシャフト16の外周面及びロータハブ18の上壁部18aの下面といった動圧軸受構成面、及びロータハブ18の周壁部18bのフランジ部18cのディスク搭載面に切削加工を行い、これら各面を高精度に仕上げる。

【0060】

ここで、ロータ6をアルミニウム材の鍛造によって成形すると、ロータハブを安価に製造できる反面、ロータハブ18が薄肉となるため、ロータハブ18の剛性が低下する。上記したとおり、ロータマグネットを周壁部に圧入固定すると、ロータマグネットが欠ける場合があることから、一般にロータマグネットと周壁部との固定には、接着剤を用いた接着固定が行われる。ところが、比較的に強度が高い例えばマルテンサイト系又はオーステンサイト系ステンレス鋼によってロータハブを成形し、そのロータの周壁部の内周面にロータマグネットを接着固定した場合であっても、接着剤の周方向塗布量の偏り又は塗布ムラが発生することに起因する接着剤の硬化収縮応力のバラツキによって、特にロータハブのフランジ部が変形してしまう場合がある。フランジ部が変形すると、そのフランジ部に載置されるハードディスクの平行度が失われてRROが悪化するので、ハードディスクの記録面とこれに近接配置された磁気ヘッドが接触するいわゆるヘッドクラッシュを引き起こす原因となる。

【0061】

これに対して、本発明では、その内周面にロータマグネット20を接着固定したステンレス鋼から成形されたヨーク21をロータ6の周壁部18bの内周面に圧入接着した後、ロータ6のフランジ部18cを切削によって仕上げ加工を行うため、接着剤による周壁部18bへの影響を回避できる。加えて、ヨーク21をロータハブ18の周壁部18bの内周面に固定することにより、ロータハブの薄肉の周壁部18bの剛性を高めることができる。従って、モータの回転時、周壁部18bに遠心力等の過度の力が加わったとしても、その力による周壁部18bの撓み及び変形を防ぐことができる。また、シャフト16及びロータハブ18をアルミニウム合金によって成形したため、加工性が高く、容易に高精度な加工を行うことが可能になるので、加工コストを低減することができる。なお、上記ロータ6の製造方法を行った後、例えばシャフト16の外周面やロータハブ18の上壁部18aの下面にメッキ処理、或いは窒化処理等の硬化処理を行うことも可能である。

【0062】

次に、一般的なハードディスク駆動装置40の内部構成について、図4を参照して説明する。

【0063】

ハードディスク駆動装置40は、矩形状をしたハウジング42からなり、ハウジング42の内部は、塵・埃等が極度に少ないクリーンな空間を形成しており、その内部には、情報を記録する円板状のハードディスク46が装着されたスピンドルモータ44が配設されている。

【0064】

また、ハウジング42の内部には、ハードディスク46に対して情報を読み書きするヘッド移動機構54が配置され、このヘッド移動機構54は、ハードディスク46上の情報を読み書きする磁気ヘッド52、この磁気ヘッド52を支えるアーム50及び磁気ヘッド52及びアーム50をハードディスク46上の所要の位置に移動させるアクチュエータ部48により構成される。

【0065】

このようなハードディスク駆動装置40のスピンドルモータ44として、図1乃至図3に図示されるスピンドルモータを適用することで、十分な機能を確保した上でハードディスク駆動装置の小型且つ薄型化を実現できると共に、信頼性並びに耐久性の高いハードディスク駆動装置を提供することができる。

【0066】

以上、本発明に従うスピンドルモータ、このスピンドルモータに適用されるロータの製

造方法、及びこのスピンドルモータを備えたハードディスク駆動装置の一実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形乃至修正が可能である。

【0067】

例えば、図示の実施形態の動圧軸受の構造に限定されず、溝の形状や個数、位置、さらには潤滑流体の種類も上記実施形態と異なっていてもよい。また、スピンドルモータのプラケットをハードディスク駆動装置のハウジングと一体成形してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の一実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る要部拡大断面図である。

【図3】本発明の軸受部材及びシャフトの上端面を示す断面図である。

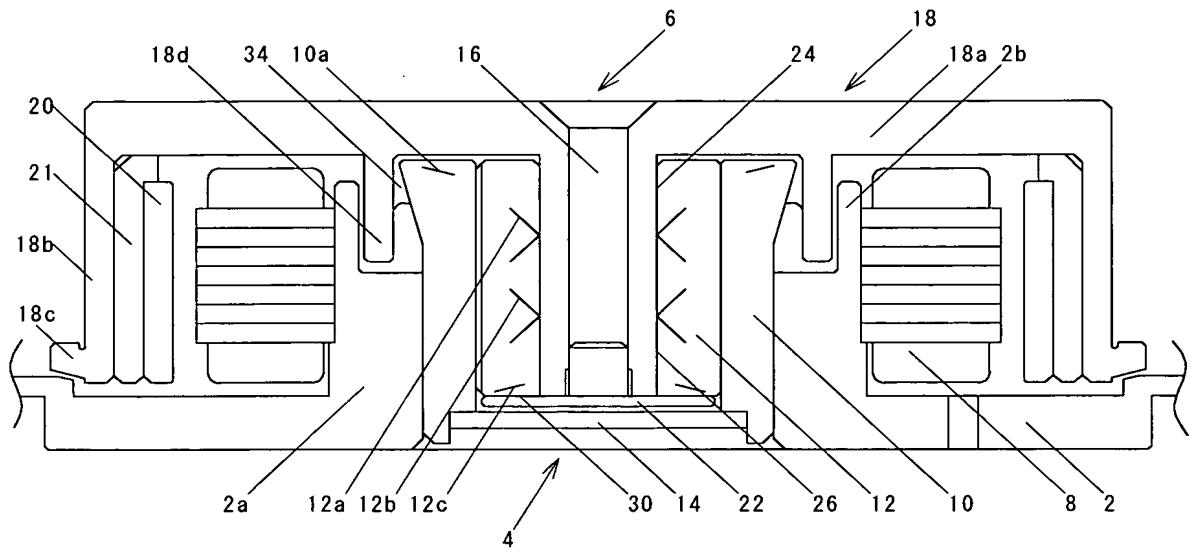
【図4】本発明のハードディスク駆動装置を示す図である。

【符号の説明】

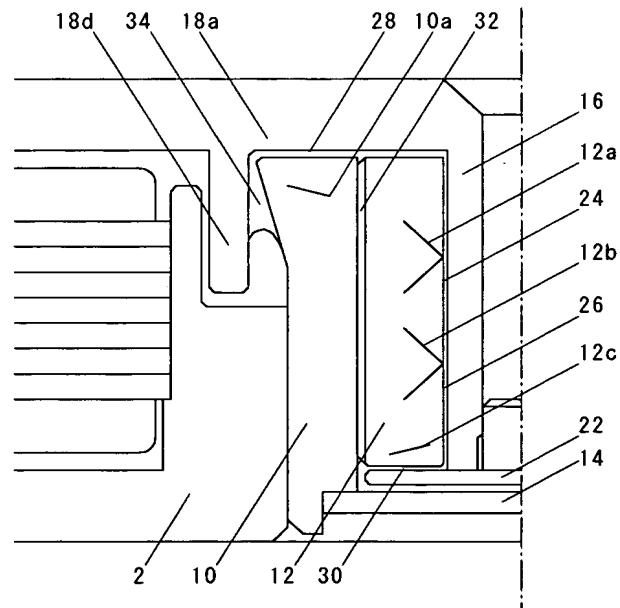
【0069】

10	軸受ハウジング
12	スリーブ
16	シャフト
18	ロータハブ
18 a	上壁部
18 b	周壁部
18 c	フランジ部
18 d	周状突起
24	上部ラジアル動圧軸受部
26	下部ラジアル動圧軸受部
28	上部スラスト動圧軸受部
30	下部スラスト動圧軸受部
34	テーパーシール部

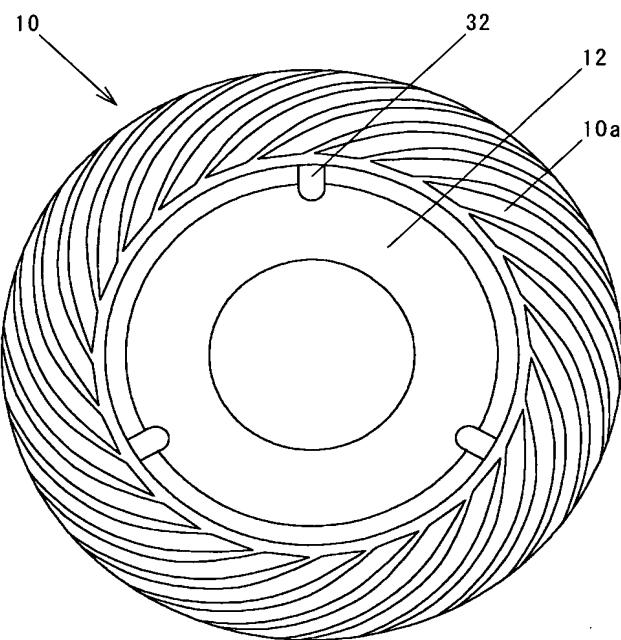
【書類名】図面
【図1】



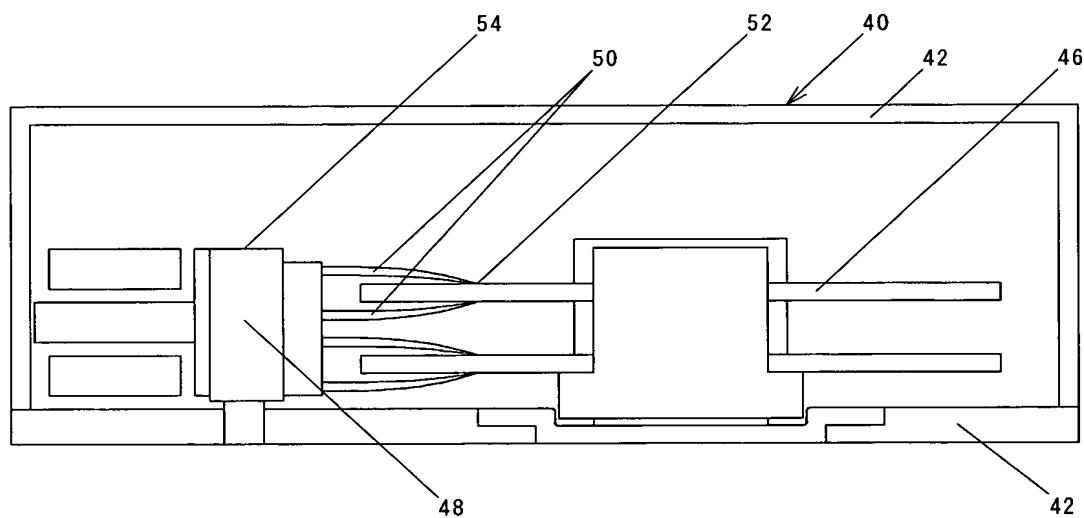
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 各動圧軸受部の軸受剛性と、シャフト及びロータハブの直角度等の精度と、テー パシール部の軸方向寸法とを確保すると共に、モータ全体の小型且つ薄型化を実現することである。また、使用環境の変化に関わらず、安定した軸受剛性を確保すると共に、モータ外部へのオイルの流出を防止し、信頼性並びに耐久性を向上させることである。加えて、小型且つ薄型のモータであっても、組立工程でのロータハブの応力変形を排除して信頼性を向上させることである。

【解決手段】 フルフィル構造の流体動圧軸受部を有するスピンドルモータであって、シャフト16及びロータハブ18を一体に成形すると共に、動圧軸受部の径方向外方にテー パシール部34を形成する。そして、シャフト16及びロータハブ18を軸受保持部材4及びスリーブ12より熱膨張係数の高い部材によって成形する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-277830
受付番号	50301209172
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 7月23日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 7月22日
-------	-------------

特願 2003-277830

出願人履歴情報

識別番号 [000232302]

1. 変更年月日 2003年 5月 2日

[変更理由] 住所変更

住所 京都府京都市南区久世殿城町338番地
氏名 日本電産株式会社